

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): YAMAMOTO, Yasushi

Serial No.: Not yet assigned

Filed: September 16, 2003

Title: STIRLING ENGINE

Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

September 16, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2002-271532, filed September 18, 2002.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

  
James N. Dresser  
Registration No. 22,973

JND/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月18日  
Date of Application:

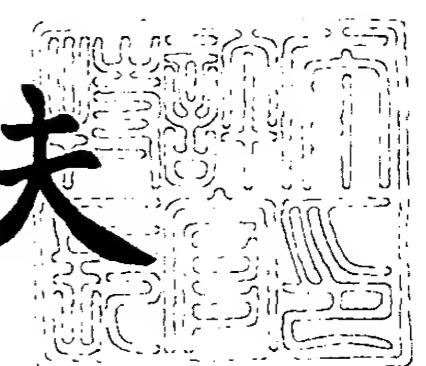
出願番号 特願2002-271532  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2002-271532]

出願人 いすゞ自動車株式会社  
Applicant(s):

2003年 7月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 414000125

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎殿

【国際特許分類】 F25B 9/14

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所  
内

【氏名】 山本 康

【特許出願人】

【識別番号】 000000170

【氏名又は名称】 いすゞ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075177

【弁理士】

【氏名又は名称】 小野 尚純

【代理人】

【識別番号】 100113217

【弁理士】

【氏名又は名称】 奥貫 佐知子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009058

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814183

【包括委任状番号】 0212207

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スターリングエンジン

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサシリンダの室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流動する作動気体が流入する膨張室および収縮室とを有するディスプレーサ機構と、

該ディスプレーサ機構の該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構と、を具備するスターリングエンジンにおいて、

該ディスプレーサ機構の該ディスプレーサシリンダは、熱源を囲繞した加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、

該ディスプレーサ機構の該ディスプレーサは、該複数個のシリンダ室内に該熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている、  
ことを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項2】 該ディスプレーサシリンダの該加熱壁は、該熱源が通る流路を形成している、請求項1記載のスターリングエンジン。

【請求項3】 該加熱壁によって形成される流路は筒状である、請求項2記載のスターリングエンジン。

【請求項4】 該ディスプレーサシリンダを構成する該筒状の加熱壁の内周面には軸方向に複数個のフィンが設けられている、請求項1記載のスターリングエンジン。

【請求項5】 該フィンは、螺旋状に形成されている、請求項4記載のスターリングエンジン。

【請求項6】 該ディスプレーサシリンダを構成する該筒状の加熱壁によって形成される該流路の中心部に該流路の略全長に渡ってコア部材が配設されている、請求項1記載のスターリングエンジン。

【請求項7】 該ディスプレーサ機構は、互いに対向して配設された一対の

ディスプレーサと、該一対のディスプレーサシリンダ内に摺動可能に配設された一対のディスプレーサとからなり、

該パワーピストン機構は、一対のディスプレーサの該膨張室または該収縮室の一方と連通するパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設され第1の作動室と第2の作動室に区分するパワーピストンとを備えており、

該パワーピストン機構の該第1の作動室と該ディスプレーサ機構の一方の該膨張室または該収縮室の一方が第1の連通路によって連通され、該パワーピストン機構の該第2の作動室と該ディスプレーサ機構の他方の該膨張室または該収縮室の一方が第2の連通路によって連通されている、請求項1記載のスターリングエンジン。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スターリングエンジンに関し、更に詳しくは所定の作動速度で作動するディスプレーサ式のスターリングエンジンに関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

ディスプレーサ式のスターリングエンジンは、ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサシリンダ内に摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室と、該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室と、該作動室内の作動気体の圧力変化に対応して作動せしめられるパワーピストンと、該ディスプレーサを該パワーピストンと所定の位相差をもって作動するディスプレーサ作動機構とを具備しており、上記ディスプレーサシリンダおよび作動室内には水素やヘリウム等の比熱の小さい作動気体が収容されている。このようなスターリングエンジンは、作動気体が加熱・冷却されることによる膨張・収縮に伴う上記作動室内の圧力変化に対応してパワーピストンを作動するようになっている。

##### 【0003】

上述したようにディスプレーサ式のスターリングエンジンは、ディスプレーサ

シリンドラの膨張室側を加熱し収縮室側を冷却する。一般的には、例えば特開平5-44576号公報や特許第2600219号公報に開示されているように、ディスプレーサシリンドラの膨張室側に燃焼室を設けている。また、ディスプレーサシリンドラの膨張室側を包囲する加熱室を設け、この加熱室に加熱流体を導入する方式も用いられている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

而して、従来のスターリングエンジンは、ディスプレーサシリンドラの膨張室側を周囲から加熱するため、熱源の熱を必ずしも有効に利用し得る構成とはいえない。

#### 【0005】

本発明は上記事実に鑑みてなされたもので、その主たる技術的課題は、熱源の熱を有効に利用することができるスターリングエンジンを提供することにある。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記主たる技術的課題を解決するために、本発明によれば、ディスプレーサシリンドラと、該ディスプレーサシリンドラの室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流動する作動気体が流入する膨張室および収縮室とを有するディスプレーサ機構と、

該ディスプレーサ機構の該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構と、を具備するスターリングエンジンにおいて、

該ディスプレーサ機構の該ディスプレーサシリンドラは、熱源を囲撓した加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンドラ室を形成する冷却壁とを備えており、

該ディスプレーサ機構の該ディスプレーサは、該複数個のシリンドラ室内に該熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている、

ことを特徴とするスターリングエンジンが提供される。

#### 【0007】

上記ディスプレーサシリンダの加熱壁は熱源が通る流路を形成しており、加熱壁によって形成される流路は筒状である。

### 【0008】

また、上記ディスプレーサシリンダを構成する筒状の加熱壁の内周面には軸方向に複数個のフィンが設けられており、このフィンは螺旋状に形成されていることが望ましい。また、上記ディスプレーサシリンダを構成する筒状の加熱壁によって形成される流路の中心部に流路の略全長に渡ってコア部材が配設されていることが望ましい。

### 【0009】

また、本発明によれば、上記ディスプレーサ機構が互いに対向して配設された一対のディスプレーサと、該一対のディスプレーサシリンダ内に摺動可能に配設された一対のディスプレーサとからなり、上記パワーピストン機構が一対のディスプレーサの膨張室または収縮室の一方と連通するパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設され第1の作動室と第2の作動室に区分するパワーピストンとを備えており、パワーピストン機構の第1の作動室とディスプレーサ機構の一方の膨張室または収縮室の一方が第1の連通路によって連通され、パワーピストン機構の第2の作動室とディスプレーサ機構の他方の膨張室または収縮室の一方が第2の連通路によって連通されている、スターリングエンジンが提供される。

### 【0010】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの好適実施形態を図示している添付図面を参照して、更に詳細に説明する。

### 【0011】

図1には本発明に従って構成されたスターリングエンジンの一実施形態の縦断面図が示されており、図2には図1におけるA-A線断面図が示されている。

図1および図2に示す実施形態のスターリングエンジンは、ディスプレーサ機構2とパワーピストン機構3とを具備している。ディスプレーサ機構2は、図示の実施形態においてはアルミ合金等の非磁性材料によって形成された一対のディ

スプレーサシリンダ21a、21bと、該一対のディスプレーサシリンダ21a、21b内にそれぞれ摺動可能に配設された一対のディスプレーサ22a、22bを備えている。一対のディスプレーサシリンダ21a、21bは、熱源が通る流路210を形成する円筒状の加熱壁211と、該加熱壁211とによって一対のシリンダ室212a、212bを形成する一対の冷却壁213a、213bとからなっている。円筒状の加熱壁211の内周面には軸方向に複数個のフィン214が放射状に形成されている。一対の冷却壁213a、213bは、それぞれ円筒状の加熱壁211の外周の略半円周を囲むように上下にシリンダ室212a、212bを形成しており、その外周面には軸方向に複数個の放熱フィン215a、215bが形成されている。このように構成された一対のディスプレーサシリンダ21a、21bを構成する円筒状の加熱壁211の一端は、例えば内燃機関の排気管に接続されている。従って、円筒状の加熱壁211によって形成される流路210内には熱源として内燃機関の排気ガスが流通するようになっている。このように、加熱壁211は熱源を囲撓して形成されている。

### 【0012】

上記一対のディスプレーサシリンダ21a、21bのシリンダ室212a、212b内に配設される一対のディスプレーサ22a、22bは、内周面が上記ディスプレーサシリンダ21a、21bを構成する加熱壁211の外周面に対応する円弧面に形成されており、外周面がディスプレーサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bの内周面にそれぞれ対応する円弧面に形成されている。また、一対のディスプレーサ22a、22bは、軸方向に延びる複数個の挟持板221a、221bと、該複数個の挟持板221a、221bの間にそれぞれ配設された再生器222a、222bとからなっている。再生器222a、222bは、断熱リングと金網とを交互に重ね合わせて構成されている。このように構成された一対のディスプレーサ22a、22bは、それぞれ一対のディスプレーサシリンダ21a、21bのシリンダ室212a、212b内に円筒状の加熱壁211の軸方向と直角な方向、即ち熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている。このようにそれぞれ一対のディスプレーサ22a、22bが摺動可能に配設された一対のディスプレーサシリンダ21a、21b

1 b のシリンドラ室 212 a、212 b には、それぞれ膨張室 216 a と収縮室 217 a および膨張室 216 b と収縮室 217 b が形成される。

#### 【0013】

上記パワーピストン機構 3 は、アルミ合金等の非磁性材料によって形成されたパワーシリンダ 31 と、該パワーシリンダ 31 内に摺動可能に配設された非磁性材料からなるパワーピストン 32 とからなっている。このようにパワーピストン 32 が配設されたパワーシリンダ 31 内には、パワーピストン 32 の両側に第1 の作動室 31 a と第2 の作動室 31 b が形成される。この第1 の作動室 31 a と第2 の作動室 31 b は、それぞれ第1 の連通路 23 a と第2 の連通路 23 b によって上記一方のディスプレーサシリンダ 21 a の収縮室 217 a と他方のディスプレーサシリンダ 21 b の収縮室 217 b に連通している。

#### 【0014】

以上のように、一対のディスプレーサシリンダ 21 a、21 b とパワーシリンダ 31 および第1 の連通路 23 a と第2 の連通路 23 b は密閉空間を形成している。このように密閉された一対のディスプレーサシリンダ 21 a、21 b とパワーシリンダ 31 の第1 の作動室 31 a、第2 の作動室 31 b および第1 の連通路 23 a、第2 の連通路 23 b 内には、水素やヘリウム等の比熱の小さい作動気体が充填されている。

#### 【0015】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレーサ 22 a、22 b をそれぞれパワーピストン 32 と所定の位相差（180度）をもって作動する一対のディスプレーサ作動機構 4 a、4 b を具備している。この一対のディスプレーサ作動機構 4 a、4 b は、それぞれ一対のディスプレーサシリンダ 21 a、21 b およびディスプレーサ 22 a、22 b の周方向および長手方向（軸方向）の中央部に配設されている。一対のディスプレーサ作動機構 4 a、4 b は、一対のディスプレーサシリンダ 21 a、21 b の冷却壁 213 a、213 b の周方向および長手方向（軸方向）の中央部に装着された非磁性材からなるケース 41 a、41 b と、一対のディスプレーサ 22 a、22 b にそれぞれ連結され上記冷却壁 213 a、213 b を貫通しケース 41 a、41 b 内に挿入して

配設された非磁性材からなる作動ロッド42a、42bと、該作動ロッド42a、42bの外周面にそれぞれ配設された磁石可動体43a、43bと、該磁石可動体43a、43bをそれぞれ包囲して上記ケース41a、41bの内側に配設された筒状の固定ヨーク44a、44bと、該固定ヨーク44a、44bの内側に軸方向にそぞれ併設された一対のコイル45a、46aおよび45b、46bとを具備している。

#### 【0016】

上記磁石可動体43a、43bは、作動ロッド42a、42bの外周面に装着され軸方向両端面に磁極を備えた環状の永久磁石431a、431bと、該永久磁石431a、431bの軸方向外側に配設された一対の可動ヨーク432a、433aおよび432b、433bとによって構成されている。図示の実施形態における永久磁石431a、431bは、それぞれ図において上端面がN極に着磁され、図において下端面がS極に着磁されている。上記一対の可動ヨーク432a、433aおよび432b、433bは、磁性材によって環状に形成されている。

#### 【0017】

上記固定ヨークヨーク44a、44bは、磁性材によって筒状に形成されている。この固定ヨーク44a、44bの内側にそれぞれ一対のコイル45a、46aおよび45b、46bが配設されている。この一対のコイル45a、46aおよび45b、46bは、それぞれ合成樹脂等の非磁性材によって形成され上記固定ヨーク44a、44bの内周に沿ってそれぞれ装着されたボビン47aおよび47bに互いに逆巻きに捲回されている。一対のコイル45a、46aおよび45b、46bは、後述する制御手段10によって印加電流の方向を切り替え制御されるようになっている。

#### 【0018】

上述したように磁石可動体43a、43bと固定ヨーク44a、44bおよび一対のコイルコイル45a、46aおよび45b、46bとによって構成されたディスプレーサ作動機構4a、4bは、リニアモータの原理によって作動する。以下その作動について図3および図4を参照して説明する。

図示の実施形態におけるディスプレーサ作動機構4aおよび4bにおいては、図3の(a)、(b)および図4の(a)、(b)に示すように永久磁石431aおよび431bのN極、一方の可動ヨーク432aおよび432b、一方のコイル45aおよび45b、固定ヨーク44aおよび44b、他方のコイル46aおよび46b、他方の可動側ヨーク433aおよび433b、永久磁石431aおよび431bのS極を通る磁気回路が形成される。このような状態において、一対のコイル45a、46aおよび45b、46bに図3の(a)および図4の(a)で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って磁石可動体43aおよび43b即ちディスプレーサ22aおよび22bには図3の(a)および図4の(a)において矢印で示すように上方に推力が発生する。一方、一対のコイル45a、46aおよび45b、46bに図3の(b)および図4の(b)で示すように図3の(a)図4の(a)と反対方向に電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って磁石可動体43aおよび43b即ちディスプレーサ22aおよび22bには図3の(b)および図4の(b)において矢印で示すように下方に推力が発生する。

### 【0019】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレーサ22a、22bの作動位置をそれぞれ検出するディスプレーサ位置検出手段5a、5bを備えている。このディスプレーサ位置検出手段5a、5bは、それぞれ一端がディスプレーサ22a、22bの周方向中央部に連結された作動子51a、51bの移動位置を検出するストロークセンサーからなっており、その検出信号を後述する制御手段10に送る。このディスプレーサ位置検出手段5a、5bとしてのストロークセンサーの出力値について、図5を参照して説明する。図5において横軸はディスプレーサ22a、22b即ち作動子51a、51bのストロークを示し、縦軸は電圧値を示している。図5に示すようにストロークセンサーは、ディスプレーサ22a、22b即ち作動子51a、51bのストロークに比例した電圧値を出力するようになっている。なお、図4の横軸においてL1は戻り側フルストローク位置であり、L10は送り側フルストローク位置である。

### 【0020】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレーサ22a、22bに所定の振動周期を作用せしめるメカニカルスプリング手段6a、6bを備えている。このメカニカルスプリング手段6a、6bはディスプレーサ22a、22bの内周面とディスプレーサシリンダ21a、21bの加熱壁211との間およびディスプレーサシリンダ21a、21bに連結された上記作動ロッド42a、42bと上記ケース41a、41bとの間に配設されたそれぞれ一対のコイルスプリング61a、62aおよび61b、62bからなり、この一対のスプリング61a、62aおよび61b、62bはディスプレーサ22a、22bを互いに中立位置に向けて付勢している。この一対のコイルスプリング61a、62aおよび61b、62bとディスプレーサ22a、22bの質量で振動周期が決まる。従って、一対のコイルスプリング61a、62aおよび61b、62bとディスプレーサ22a、22bの質量で決まる所定周期でディスプレーサ22a、22bを作動することにより、上記ディスプレーサ作動機構4aと4bによる駆動力は極めて小さくてよい。即ち、ディスプレーサ作動機構4aと4bにより上記所定周期でディスプレーサ5を作動すると、単振動により一対のコイルスプリング61a、62aおよび61b、62bの振幅即ちディスプレーサ22a、22bの移動幅は徐々に増加して所定値に達し、定常運転になる。その後は、一対のコイルスプリング61a、62aおよび61b、62bの作用によりディスプレーサ22a、22bは所定周期で作動されるが、空気抵抗などによる減衰があるため、この減衰分をディスプレーサ作動機構4aと4bによる駆動力で補えばよい。

### 【0021】

制御手段10はマイクロコンピュータによって構成されバッテリー11に接続されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置（C P U）と、制御プログラム等を格納するリードオンリメモリ（R O M）と、演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ（R A M）と、上記ディスプレーサ作動機構4a、4bの一対のコイル45a、46aおよび45b、46bを駆動する駆動回路等を備えている。制御手段10は、上記ディスプレーサ位置検出手段5a、5bによって検出されたディスプレーサ22a、22bの作動位置信

号に基づいて、上記ディスプレーサ作動機構4 aと4 bを構成する一対のコイル4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bへの駆動電流を制御する。

### 【0022】

上記パワーピストン機構3を構成するパワーピストン3 2とパワーシリンダ3 1には、発電機1 2が配設されている。この発電機1 2は図示の実施形態においてはリニヤ発電機からなっており、パワーピストン3 2の外周面に配設された環状の永久磁石1 2 1と、該永久磁石1 2 1の両側に配設された磁性材からなる環状のポールピース1 2 2、1 2 3と、パワーシリンダ3 1の外周面に永久磁石1 2 1を包囲して配設された発電コイル1 2 4、1 2 5とよって構成されている。このように構成された発電機1 2は、パワーピストン3 3即ち永久磁石1 2 1が図1において左右に往復動することにより発電し、その発電電力を上記バッテリー1 1に充電する。

### 【0023】

図1および図2に示す実施形態のスターリングエンジンは以上のように構成されており、以下その作動について図6に示すフローチャートおよび図7に示す作動状態を示す説明図をも参照して説明する。

図1および図2は始動前の状態を示しており、ディスプレーサ2 2 a、2 2 bは一対のコイルスプリング6 1 a、6 2 aおよび6 1 b、6 2 bの作用によってそれぞれ中立位置に位置付けられている。図1および図2の状態からスターリングエンジンを起動するには、制御手段1 0はディスプレーサ2 2 a、2 2 bを図において上方に作動するようにディスプレーサ作動機構4 a、4 bを駆動せしめる（ステップS 1）。即ち、制御手段1 0はディスプレーサ作動機構4 a、4 bを構成する一対のコイル4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bに図3の（a）および図4の（a）で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。この結果、磁石可動体4 3 a、4 3 b即ちディスプレーサ2 2 a、2 2 bは図7（a）に示すように上方に移動する。このディスプレーサ2 2 a、2 2 bの上方への移動により、一方のディスプレーサシリンダ2 1 aの収縮室2 1 7 a内の作動気体はディスプレーサ2 2 aの再生器2 2 2 aを通して膨張室2 1 6 aに流入され、他方のディスプレーサシリンダ2 1 bの膨張室2 1 6 b内の作動気

体はディスプレーサ22bの再生器222bを通して収縮室217bに流入される。このとき、一方のディスプレーサシリンダ21aの収縮室217a内で冷却されていた作動気体は再生器222aを通過する際に熱交換されて加熱される。また、他方のディスプレーサシリンダ21bの膨張室216b内で加熱されていた作動気体は上述したように再生器222bを通過する際に熱交換されて冷却される。このように一方のディスプレーサ22aが上方に移動して作動気体が膨張室216aに流入すると、作動気体は円筒状の加熱壁211によって形成される流路210を流れる熱源としての排気ガスによって加熱され膨張するため、第1の連通路23aを通してパワーシリンダ31の第1の作動室31aに流入する。この結果、パワーピストン32は図7(a)に示すように下方に移動する。一方、他方のディスプレーサ22bが上方に移動して作動気体が収縮室217bに流入すると、作動気体は空冷または適宜の冷却手段によって冷却され収縮するため、パワーシリンダ31の第2の作動室31bの作動気体は第2の連通路23bを通して吸引される。この結果、パワーピストン32を図7(a)に示すように下方に移動せしめる。

#### 【0024】

上述したようにステップS1において一対のディスプレーサ22a、22bを図において上方に作動するようにディスプレーサ作動機構4a、4bを駆動せしめたならば、制御手段10はステップS2に進んでディスプレーサ位置検出手段5a、5bからの検出信号に基づいて、ディスプレーサ22a、22bのストローク位置Lが送り側フルストローク位置L10より所定量手前のしきい値となるストローク位置L9より大きいか否か ( $L > L9$ ) をチェックする。ストローク位置LがL9より大きくなれば、制御手段10はステップS3に進んでディスプレーサ22a、22bのストローク位置Lが戻り側フルストローク位置L1より所定量手前のしきい値となるストローク位置L2より小さいか否か ( $L < L2$ ) をチェックする。今回はディスプレーサ22a、22bが送り側に移動しているのでストローク位置LがL2より小さいことはないので、制御手段10は上記ステップS2に戻る。

#### 【0025】

上記ステップS2においてストローク位置LがL9より大きいならば、制御手段10はディスプレーサ22a、22bが図7(a)に示す膨張終了時の位置より所定量手前の位置を越えたものと判断し、ステップS4に進んでディスプレーサ22a、22bを図において下方に作動するようにディスプレーサ作動機構4a、4bを駆動せしめる。即ち、制御手段10はディスプレーサ作動機構4a、4bを構成する一対のコイル45a、46aおよび45b、46bに図3の(b)および図4の(b)で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。この結果、磁石可動体43即ちディスプレーサ22a、22bは図7(b)に示すように下方に移動する。このディスプレーサ22a、22bの下方への移動により、一方のディスプレーサシリンダ21aの膨張室216a内の作動気体はディスプレーサ22aの再生器222aを通して収縮室217aに流入され、他方のディスプレーサシリンダ21bの収縮室217b内の作動気体はディスプレーサ22bの再生器222bを通して膨張室216bに流入される。このとき、一方のディスプレーサシリンダ21aの膨張室216a内で加熱されていた作動気体は上述したように再生器222aを通過する際に熱交換されて冷却される。また、他方のディスプレーサシリンダ21bの収縮室217b内で冷却されていた作動気体は上述したように再生器222bを通過する際に熱交換されて加熱される。このように一方のディスプレーサ22aが下方に移動して作動気体が収縮室217aに流入すると、作動気体は空冷または適宜の冷却手段によって冷却され収縮するため、パワーシリンダ31の第1の作動室31aの作動気体は第1の連通路23aを通して吸引される。この結果、パワーピストン32は図7(b)に示すように上方に移動する。一方、他方のディスプレーサ22bが下方に移動して作動気体が膨張室216bに流入すると、作動気体は円筒状の加熱壁211によって形成される流路210を流れる熱源としての排気ガスによって加熱され膨張するため、第2の連通路23bを通してパワーシリンダ31の第2の作動室31bに流入する。この結果、パワーピストン32は図7(b)に示すように上方に移動せしめる。

### 【0026】

一方、上述したようにステップS4において一対のディスプレーサ22a、2

2 b を図において下方に作動するようにディスプレーサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめたならば、制御手段 10 は上記ステップ S 2 に戻ってディスプレーサ 22 a、22 b のストローク位置 L が送り側フルストローク位置 L 10 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 9 より大きいか否かをチェックする。今回はディスプレーサ 22 a、22 b が戻り側に移動しているのでストローク位置 L が L 9 より大きいことはないので、制御手段 10 は上記ステップ S 3 に進んでディスプレーサ 22 a、22 b のストローク位置 L が戻り側フルストローク位置 L 1 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 2 より小さいか否かをチェックする。ストローク位置 L が L 2 より小さくなければ、制御手段 10 はディスプレーサ 22 a、22 b が未だ L 2 に達していないと判断し、上記ステップ S 2 に戻ってステップ S 2 およびステップ S 3 を繰り返し実行する。ステップ S 3 においてディスプレーサ 22 a、22 b のストローク位置 L が L 2 より小さいならば、制御手段 10 はディスプレーサ 22 a、22 b が L 2 を越えたと判断し、ステップ S 5 に進んでディスプレーサ 22 a、22 b を図において上方に作動するようにディスプレーサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめるように一対のコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b に図 3 の (a) および図 4 の (a) で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。

### 【0027】

以上のサイクルを繰り返すことにより、パワーピストン 32 を往復運動することができる。パワーピストン 32 が往復運動することによって発電機 12 が発電し、その発電電力は上記バッテリー 11 に充電される。図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、ディスプレーサ機構 2 の一対のディスプレーサシリンダ 21 a、21 b は熱源が通る流路 210 を備えた筒状の加熱壁 211 と、該加熱壁 211 の周囲に一対のシリンダ室 212 a、212 b を形成する冷却壁 213 a、213 b とによって形成されているので、流路 210 を通る熱源の熱は周囲に発散することなく有効に利用される。また、加熱壁 211 は円弧状に形成されているので、受熱面積を広くとることができ熱源の熱を効果的に吸収することができる。更に、流路 210 に内燃機関の排気ガスを流す場合でも、排気の圧力損失が殆どなく、内燃機関の性能に影響がない。また、図示の実施形態

におけるスターリングエンジンにおいては、一対のディスプレーサシリンダ21a、21bとパワーシリンダ31と第1の通路23aおよび第2の通路23bは密閉空間を形成しているので、作動流体の漏れを確実に防止することができる。更に、図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、一対のディスプレーサ22a、22bは一対のコイルスプリング61a、62aおよび61b、62bの作用により所定周期で作動されるので、ディスプレーサ22a、22bを所定周期で作動するディスプレーサ作動機構4a、4bは空気抵抗などによる減衰分を補う駆動力でよく、ディスプレーサ作動機構4a、4bを作動する駆動力を減少することが可能となる。

### 【0028】

次に、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの他の実施形態について、図8および図9を参照して説明する。なお、図8および図9の実施形態においては上記図1および図2に示すスターリングエンジンの各構成部材と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略する。

図8および図9に示すスターリングエンジンは、クランク軸を回転するように構成されている。図8および図9に示す実施形態においては、ディスプレーサ機構2を構成する一対のディスプレーサシリンダ21a、21bにそれぞれ対応して一対のパワーピストン機構7a、7bを備えている。このパワーピストン機構7a、7bは、それぞれパワーシリンダ71a、71bと、該パワーシリンダ71a、71b内に摺動可能に配設されたパワーピストン72a、72bと、該パワーピストン72a、72bにそれぞれ一端が連結されたコネクチングロッド73a、73bとからなっている。

### 【0029】

上記パワーシリンダ71a、71bは、ディスプレーサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bにそれぞれディスプレーサシリンダ21a、21bの冷却壁213a、213bの長手方向（軸方向）に沿って取り付けられている。このパワーシリンダ71a、71bには、軸方向に摺動可能に配設されたパワーピストン72a、72bとによってそれぞれ作動室711a、711bが形成される。なお、作動室711a、711bは、それぞれ連通路74a

、74bを通してディスプレーサ機構2を構成する一対のディスプレーサシリンダ21a、21bの収縮室217a、収縮室217bに連通している。パワーピストン72a、72bに一端が連結されたコネクチングロッド73a、73bは、その他端がクランク軸8a、8bのクランクジャーナル81a、81bに連結されている。なお、クランク軸8a、8bは、上記ディスプレーサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bにそれぞれ支持ブラケット821a、822aおよび821b、822bによって回転可能に支持されている。クランク軸8a、8bの一端にはそれぞれ小歯車85a、85bが装着されており、この小歯車85a、85bは、ディスプレーサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bに支持軸86によって回転可能に支持されたフライホイール兼大歯車87と噛み合っている。このように、フライホイール兼大歯車87と小歯車85a、85bを介して連動連結されたクランク軸8a、8bは、互いに180度の位相差をもって運動するように構成されている。

### 【0030】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレーサ22a、22bをそれぞれパワーピストン72a、72bと所定の位相差（90度）をもって作動する一対のディスプレーサ作動機構9a、9bを具備している。この一対のディスプレーサ作動機構9a、9bは、ディスプレーサ22a、22bに一端が装着された連結稜91aおよび92a、91bおよび92bと、該連結稜91aおよび92a、91bおよび92bの他端が連結されたレバー93a、93bと、該レバー93a、93bとクランク軸8a、8bとを連結するスコッチヨーク機構94a、94bとによって構成されている。なお、スコッチヨーク機構94a、94bは、クランク軸8a、8bに設けられてフランジ部831aと832a間、831bと832b間に装着されたピン941a、941bと、レバー93a、93bの中央部に形成された長穴942a、942bとからなっており、長穴942a、942bはパワーシリンダ71a、71bの軸方向に長く形成されている。このように構成されたディスプレーサ作動機構9a、9bは、パワーピストン72a、72bが図8において左右方向に往復運動することによりコネクチングロッド73a、73bを介してクランク軸8a、8bが回転

すると、上記スコッチヨーク機構94a、94bによってレバー93a、93bが図8において上下方向に移動するので、連結桿91aおよび92a、91bおよび92bを介してディスプレーサ22a、22bを図8において上下方向に移動せしめる。なお、ディスプレーサ22a、22bが上下に作動することによる作動流体の作用は、上述した実施形態と同様である。

### 【0031】

次に、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態について、図10および図11を参照して説明する。なお、図10および図11の各実施形態においては上記図1および図2に示すスターリングエンジンの各構成部材と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略する。

図10に示す実施形態は、ディスプレーサ機構2の一対のディスプレーサシリンド21a、21bを構成する円筒状の加熱壁211の内周面に形成された複数個のフィン214を螺旋状に形成したものである。このようにフィン214を螺旋状に形成することにより、円筒状の加熱壁211によって形成される流路210を流れる熱源としての排気ガスが作用するフィンの流路長が長くなるので、熱吸收量効率を向上することができる。

### 【0032】

図11に示す実施形態においては、ディスプレーサ機構の一対のディスプレーサシリンドを構成する円筒状の加熱壁211によって形成される流路210が示されている。図11に示す実施形態は、上記流路210の中心部に流路の略全長に渡ってコア部材219を配設したものである。このコア部材219は、円筒状の加熱壁211の内周面に形成された複数個のフィン214の内周縁に取付けられている、このように、熱交換に寄与度が少ない流路210の中心部にコア部材219を配設することにより、流路210を流れる熱源としての排気ガスが加熱壁211の内周面に近いところを流れるため、熱交換効率を向上することができる。なお、コア部材219は蓄熱体として機能するので、熱交換効率が更に向上する。

### 【0033】

以上、本発明を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は実施例に限定

されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、図示の実施形態においてはパワーピストン機構を構成するパワーシリンダの作動室をディスプレーサシリンドの収縮室と連通した例を示したが、作動室をディスプレーサシリンドの膨張室と連通する構成としてもよい。また、図示の実施形態においてはディスプレーサ機構のディスプレーサシリンドを構成する筒状の加熱壁によって形成された流路には、排気ガス等の加熱流体を流す例を示したが、この流路を燃焼器の燃焼室としてもよい。

#### 【0034】

#### 【発明の効果】

本発明によるスターリングエンジンは以上のように構成されているので、以下に述べる作用効果を奏する。

即ち、ディスプレーサ機構のディスプレーサシリンドは、熱源を囲撓する加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンド室を形成する冷却壁とによって形成されているので、熱源の熱は周囲に発散することなく有効に利用される。また、加熱壁は湾曲して形成されるので、受熱面積を広くとることができ熱源の熱を効果的に吸収することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの一実施形態を示す断面図。

#### 【図2】

図1におけるA-A線断面図。

#### 【図3】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する一方のディスプレーサ作動機構の作動説明図。

#### 【図4】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する他方のディスプレーサ作動機構の作動説明図。

#### 【図5】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成するディスプレーサ位

置検出手段の出力信号を示す説明図。

【図6】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する制御手段の動作手順を示すフローチャート。

【図7】

図1に示すスターリングエンジンの作動状態を示す説明図。

【図8】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの他の実施形態を示す断面図。

【図9】

図8におけるB-B線断面図。

【図10】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態を示す要部断面図。

【図11】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態を示す要部断面図。

【符号の説明】

- 2 a、2 b：ディスプレーサ機構
- 2 1 a、2 1 b：ディスプレーサシリンダ
- 2 1 1：加熱壁
- 2 1 2 a、2 1 2 b：シリンダ室
- 2 1 2 a、2 1 3 b：冷却壁
- 2 1 4：フィン
- 2 1 5 a、2 1 5 b：放熱フィン
- 2 1 6 a、2 1 6 b：膨張室
- 2 1 7 a、2 1 7 b：収縮室
- 2 1 9：コア部材
- 2 2 a、2 2 b：ディスプレーサ

3：パワーピストン機構

3 1：パワーシリンダ

3 1 a：第1の作動室

3 1 b：第2の作動室

3 2：パワーピストン

4 a、4 b：ディスプレーサ作動機構

4 1 a、4 1 b：ケース

4 2 a、4 2 b：作動ロッド

4 3 a、4 3 b：磁石可動体

4 4 a、4 4 b：固定ヨーク

4 5 a、4 6 a：一対のコイル

4 5 b、4 6 b：一対のコイル

5 a、5 b：ディスプレーサ位置検出手段

6 a、6 b：メカニカルスプリング手段

6 1 a、6 2 a：一対のコイルスプリング

6 1 b、6 2 b：一対のコイルスプリング

7 a、7 b：パワーピストン機構

7 1 a、7 1 b：パワーシリンダ

7 1 1 a、7 1 1 b：作動室

7 2 a、7 2 b：パワーピストン

7 3 a、7 3 b：コネクチングロッド

8 a、8 b：クランク軸

8 5 a、8 5 b：小歯車

8 7：フライホイール兼大歯車

9 a、9 b：ディスプレーサ作動機構

9 1 a、9 2 a、9 1 b、9 2 b：連結構

9 3 a、9 3 b：レバー

9 4 a、9 4 b：スコッチヨーク機構

1 0：制御手段

1 1 : バッテリー

1 2 : 発電機

1 2 1 : 永久磁石

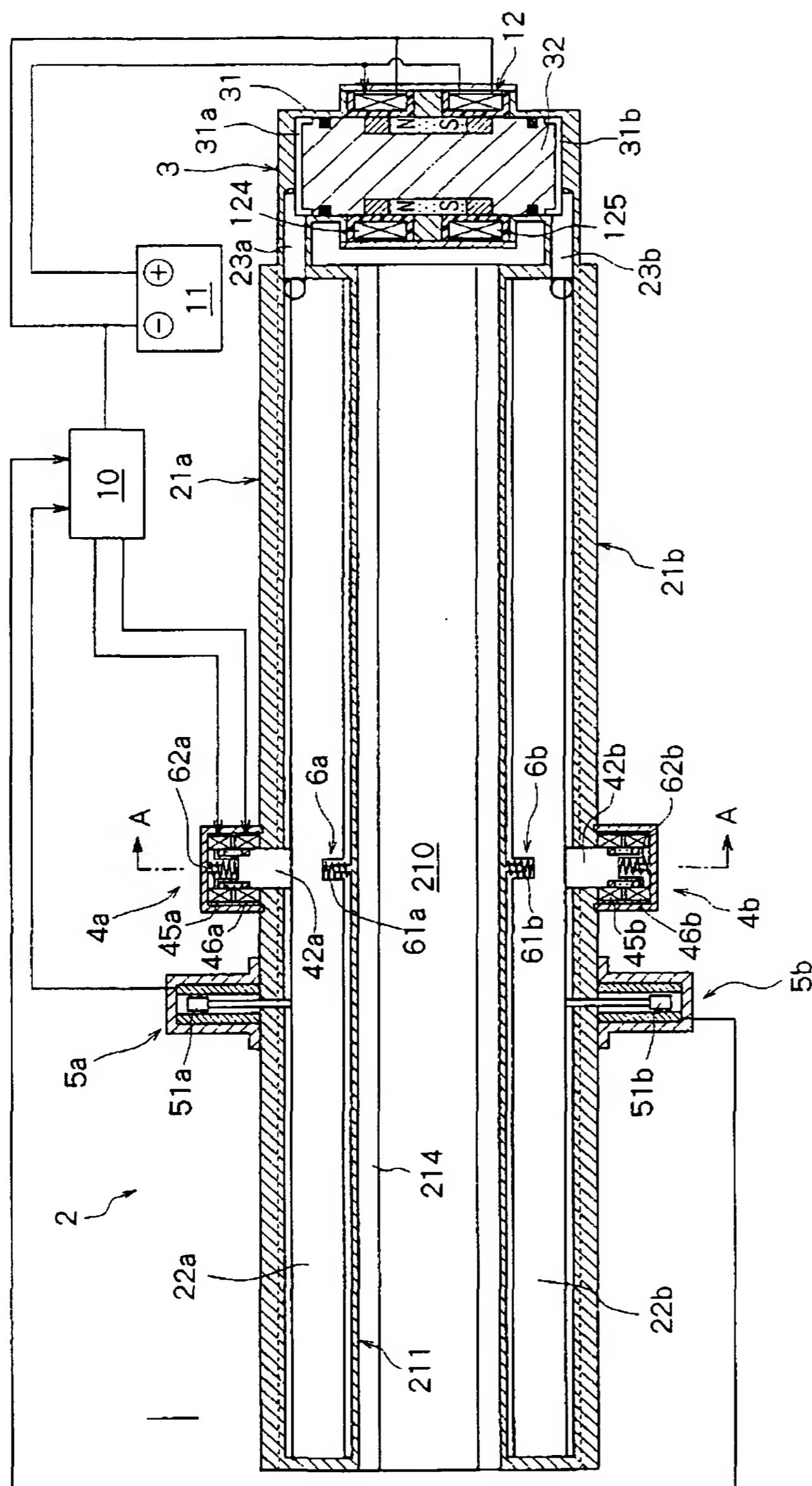
1 2 2 、 1 2 3 : ポールピース

1 2 4 : 発電コイル

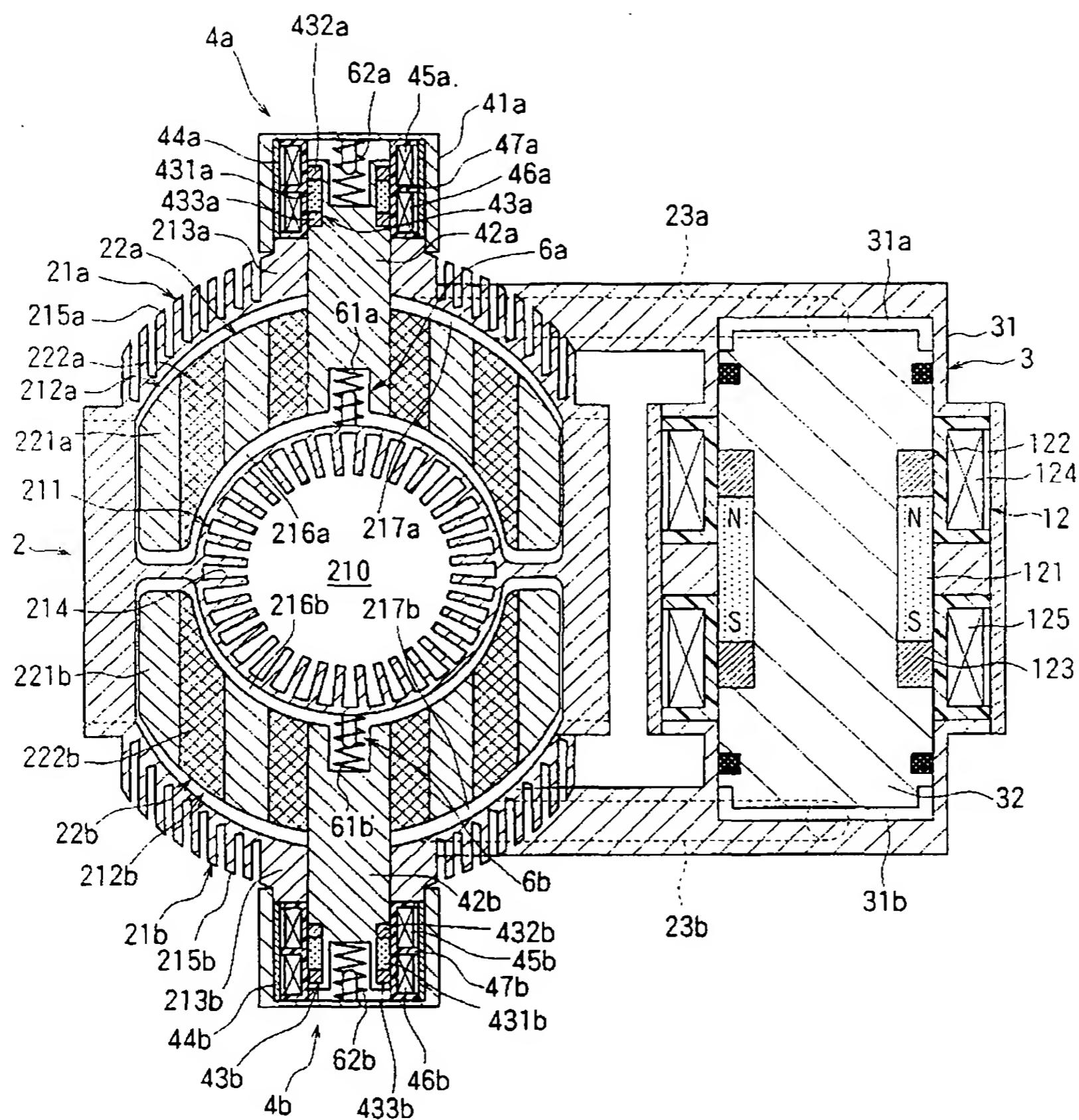
### 【書類名】

四面

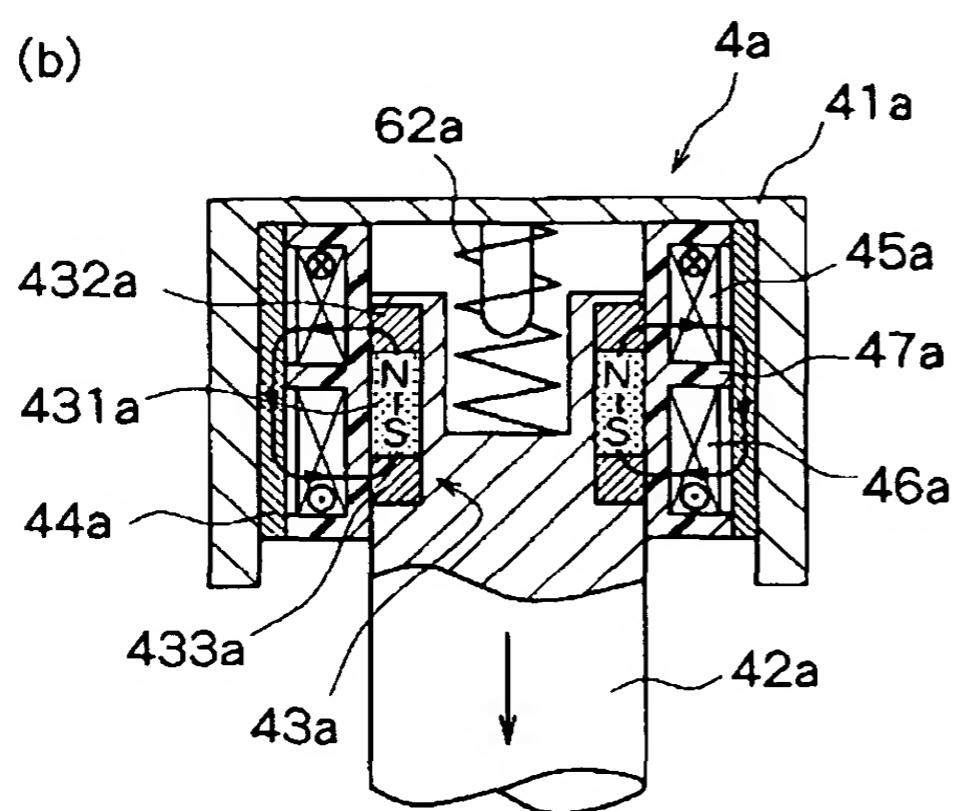
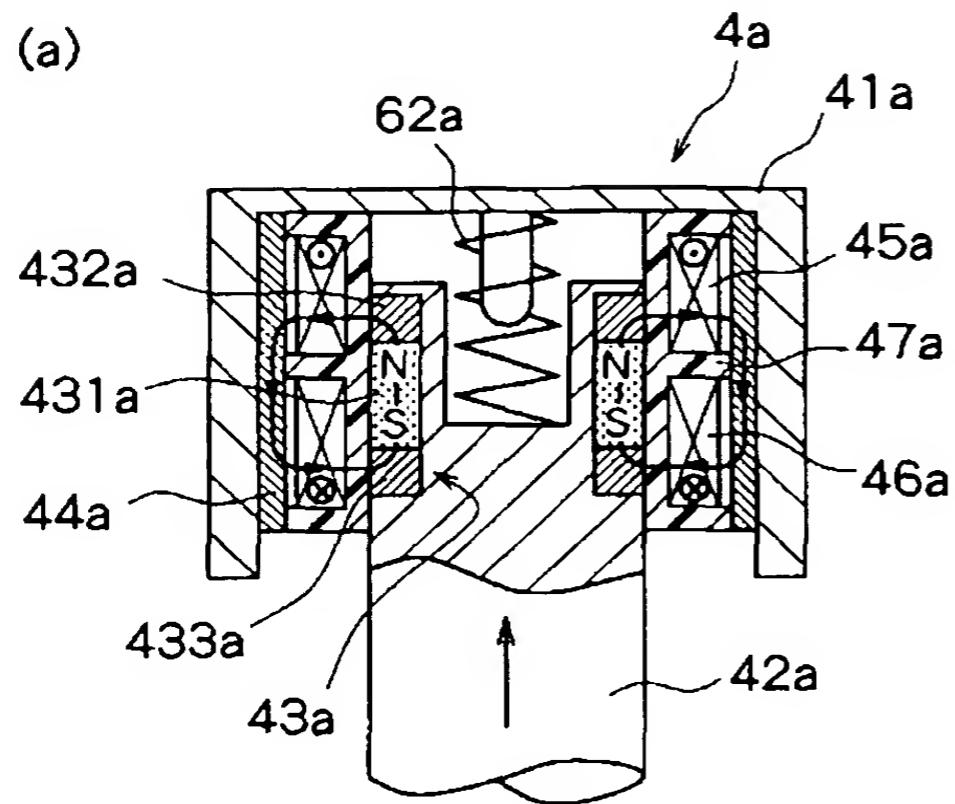
【圖 1】



## 【図2】

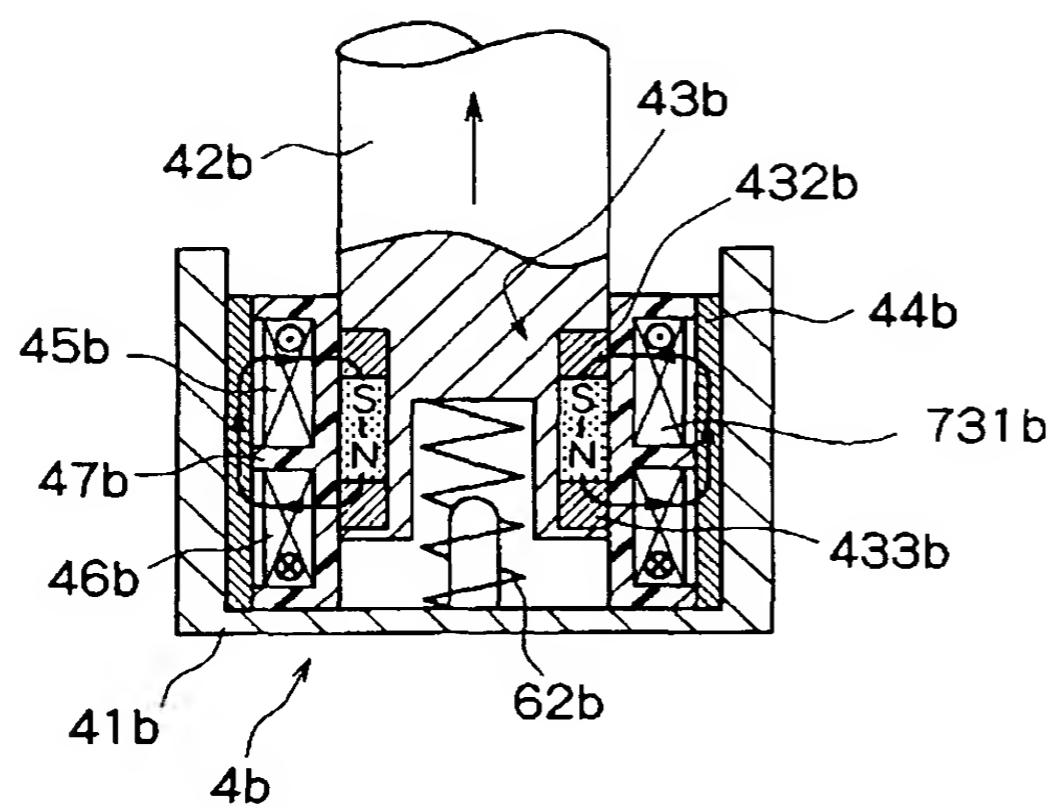


【図3】

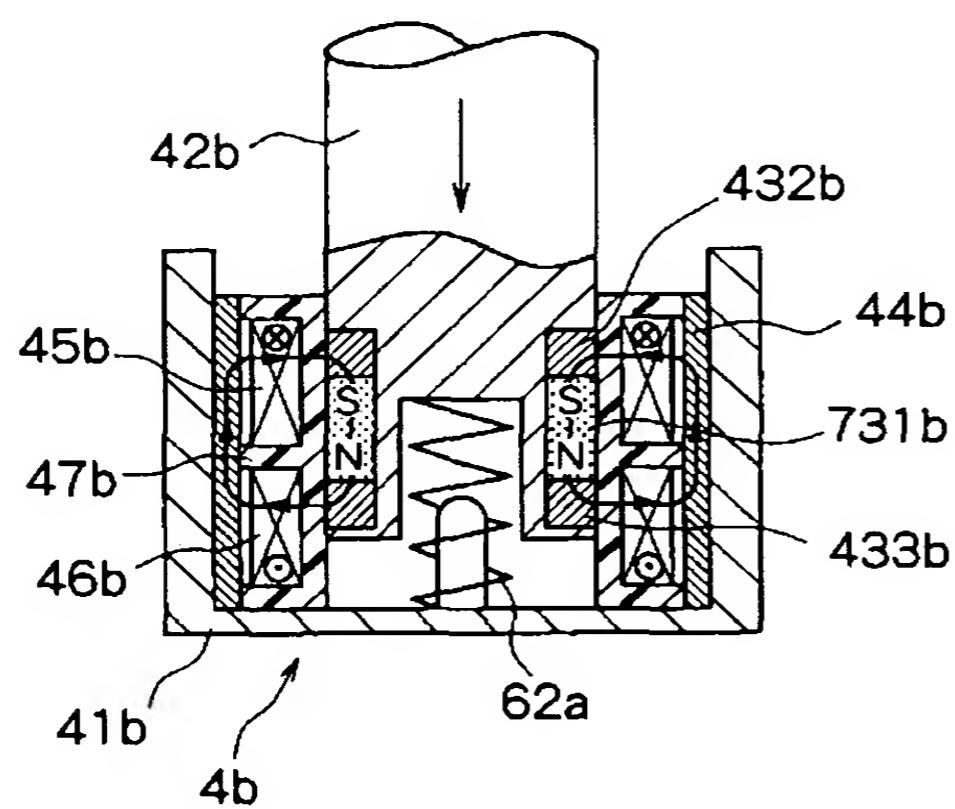


【図 4】

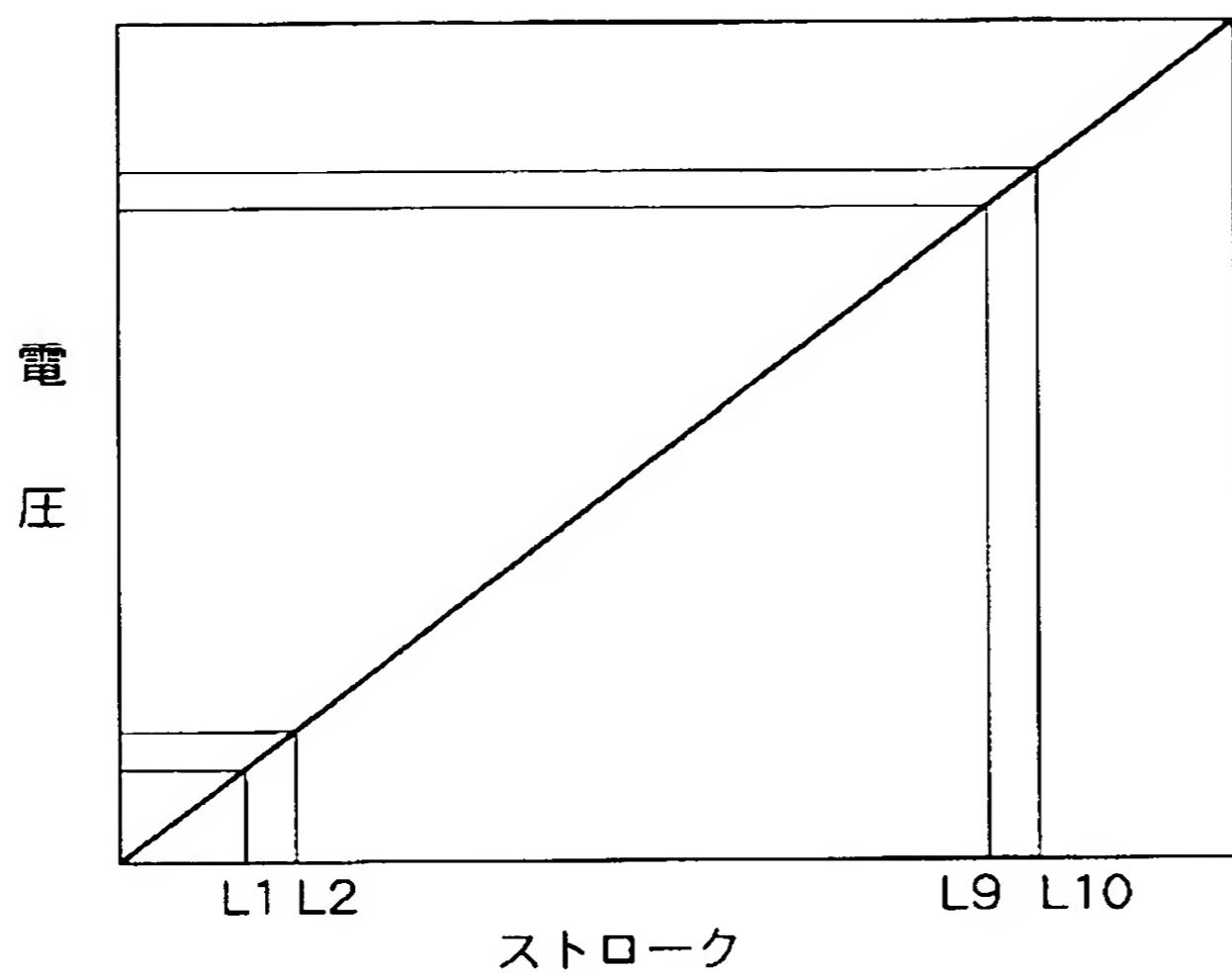
(a)



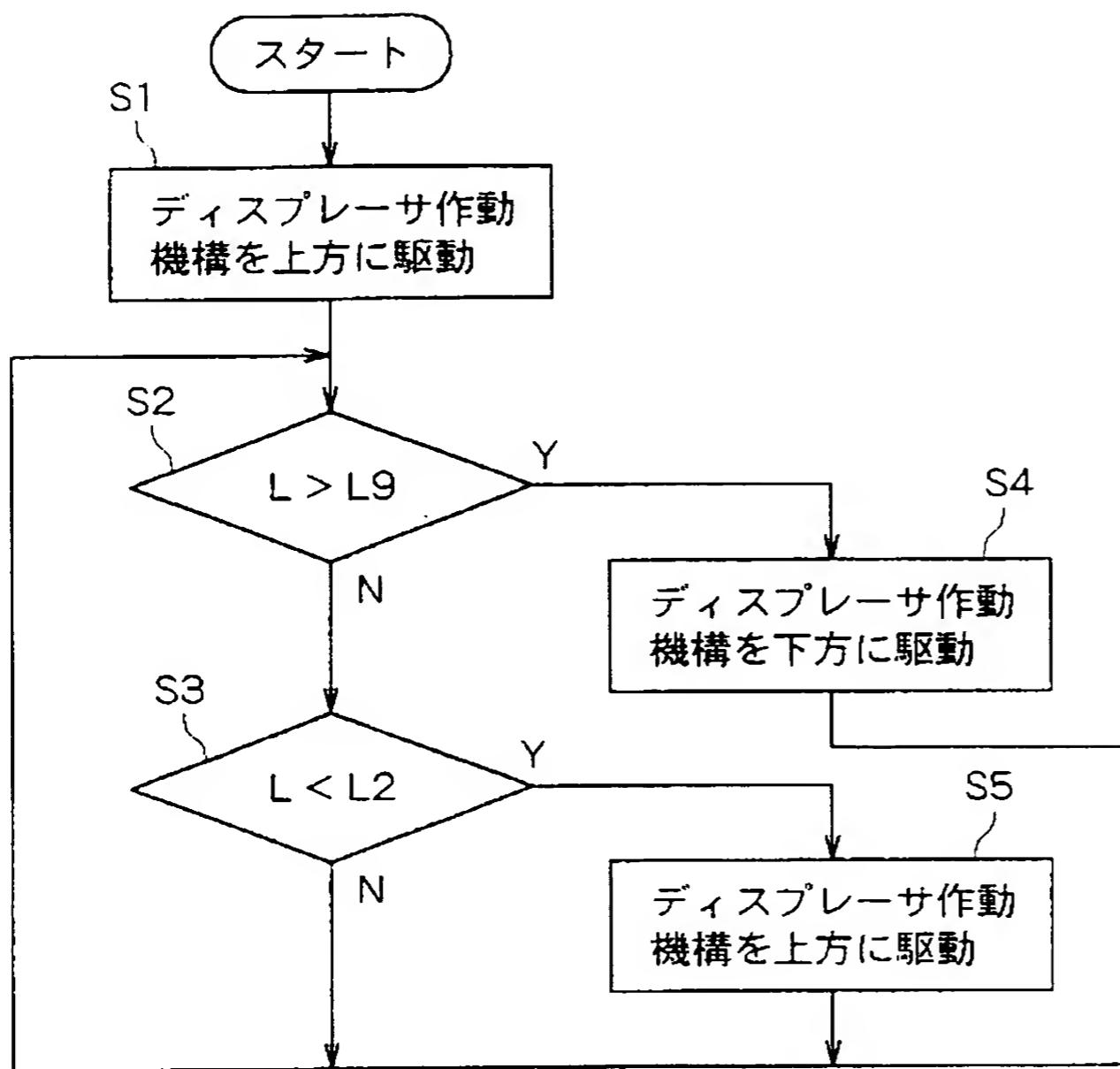
(b)



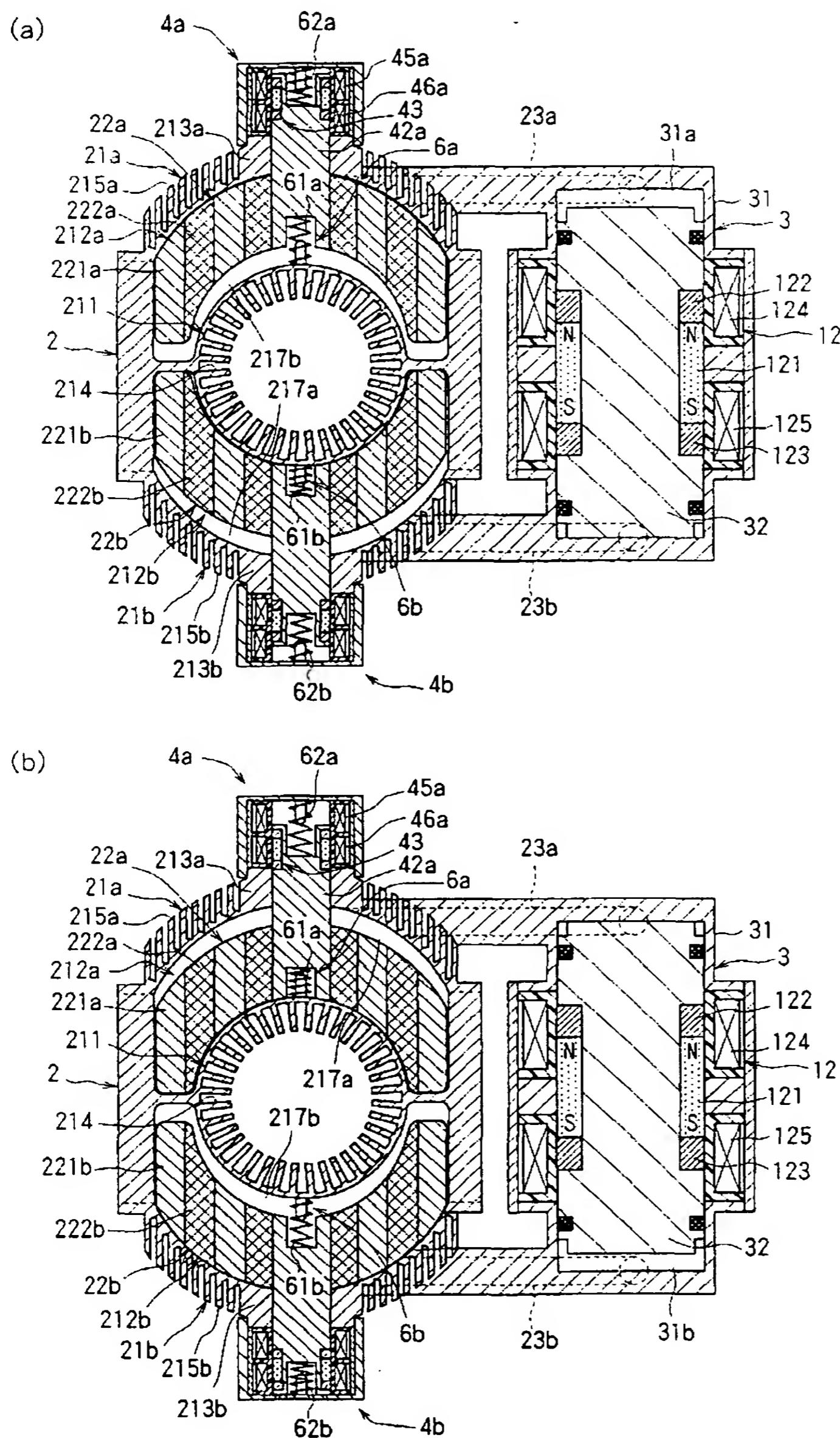
【図5】



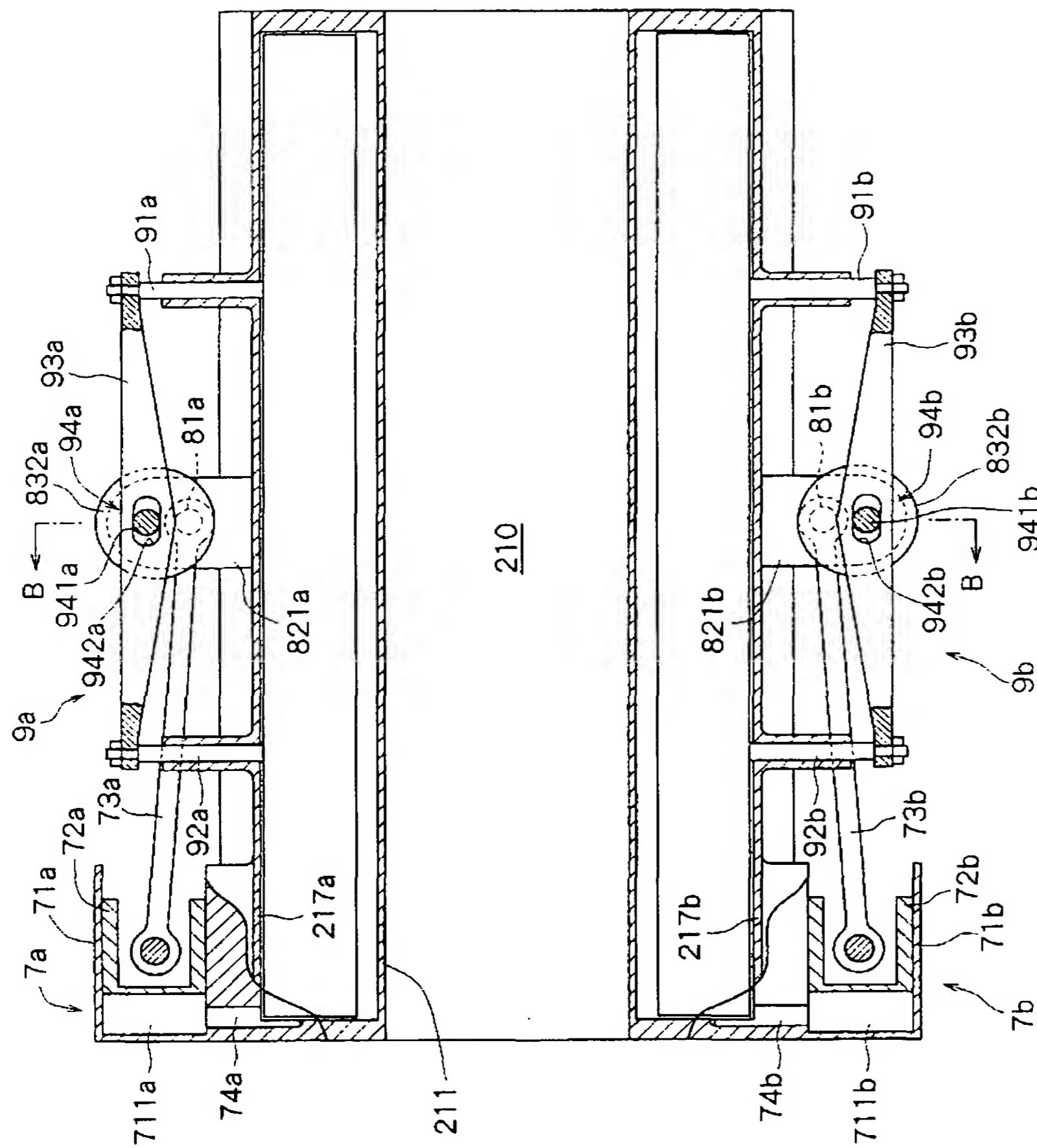
【図6】



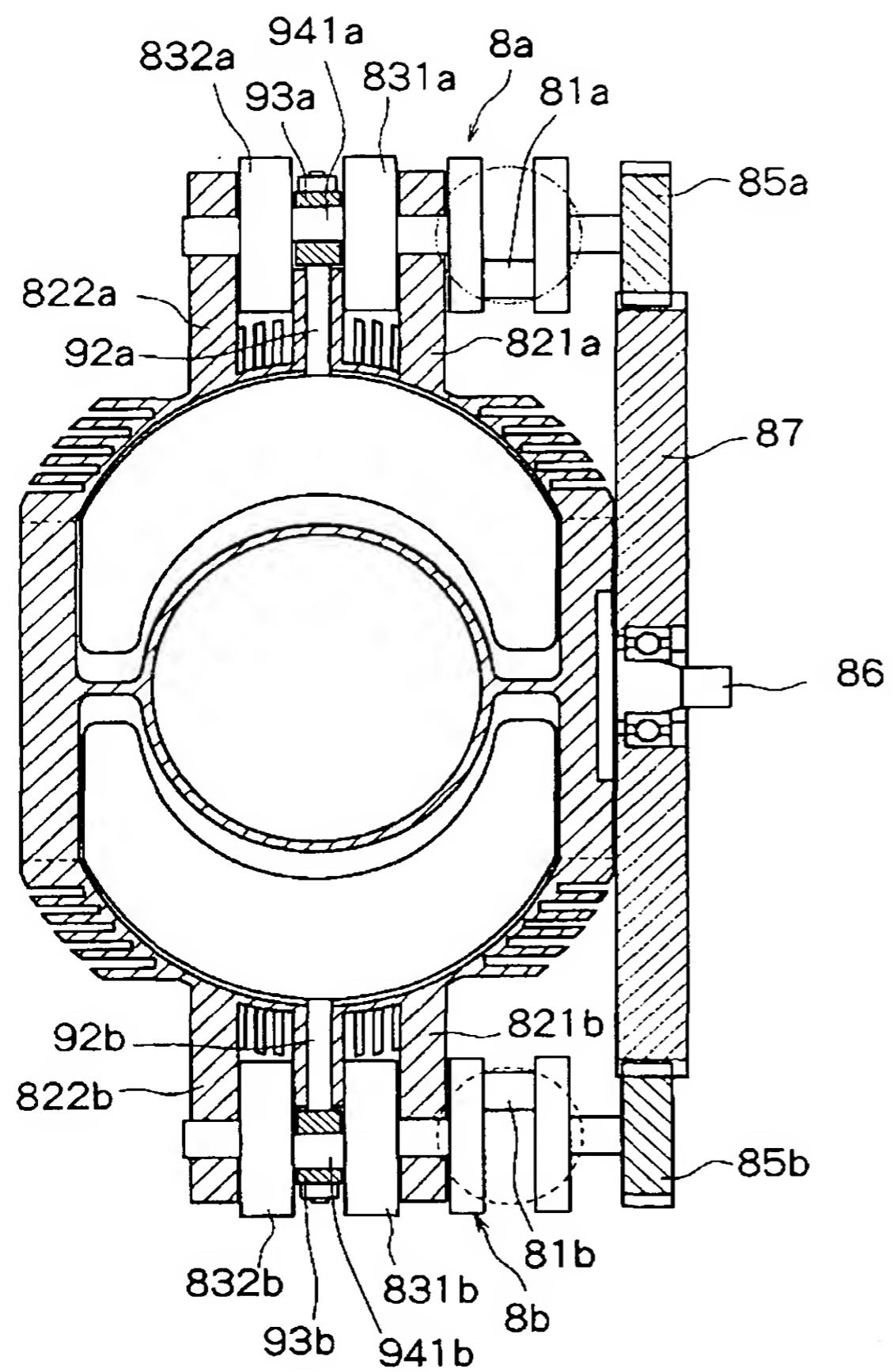
【図 7】



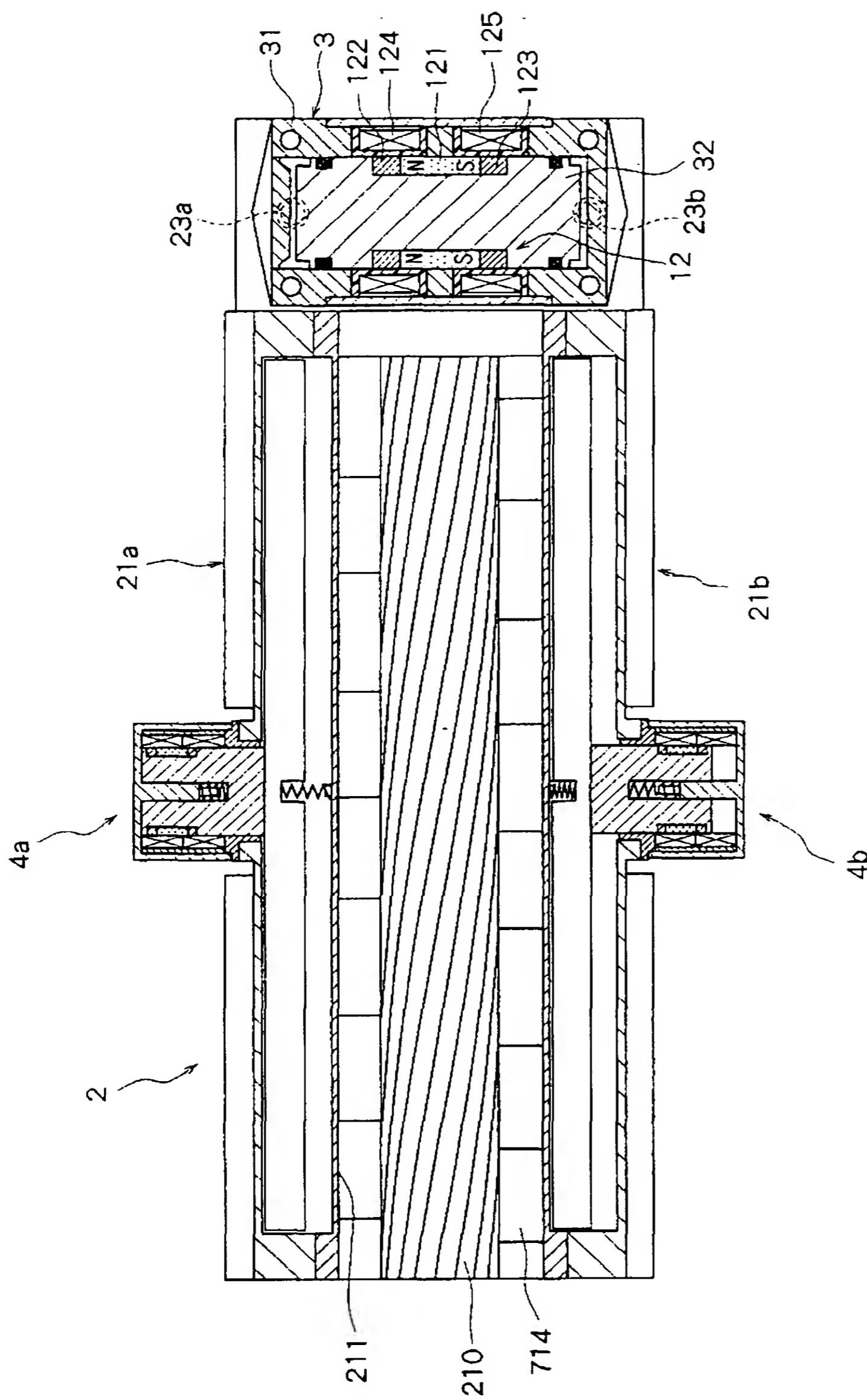
【図8】



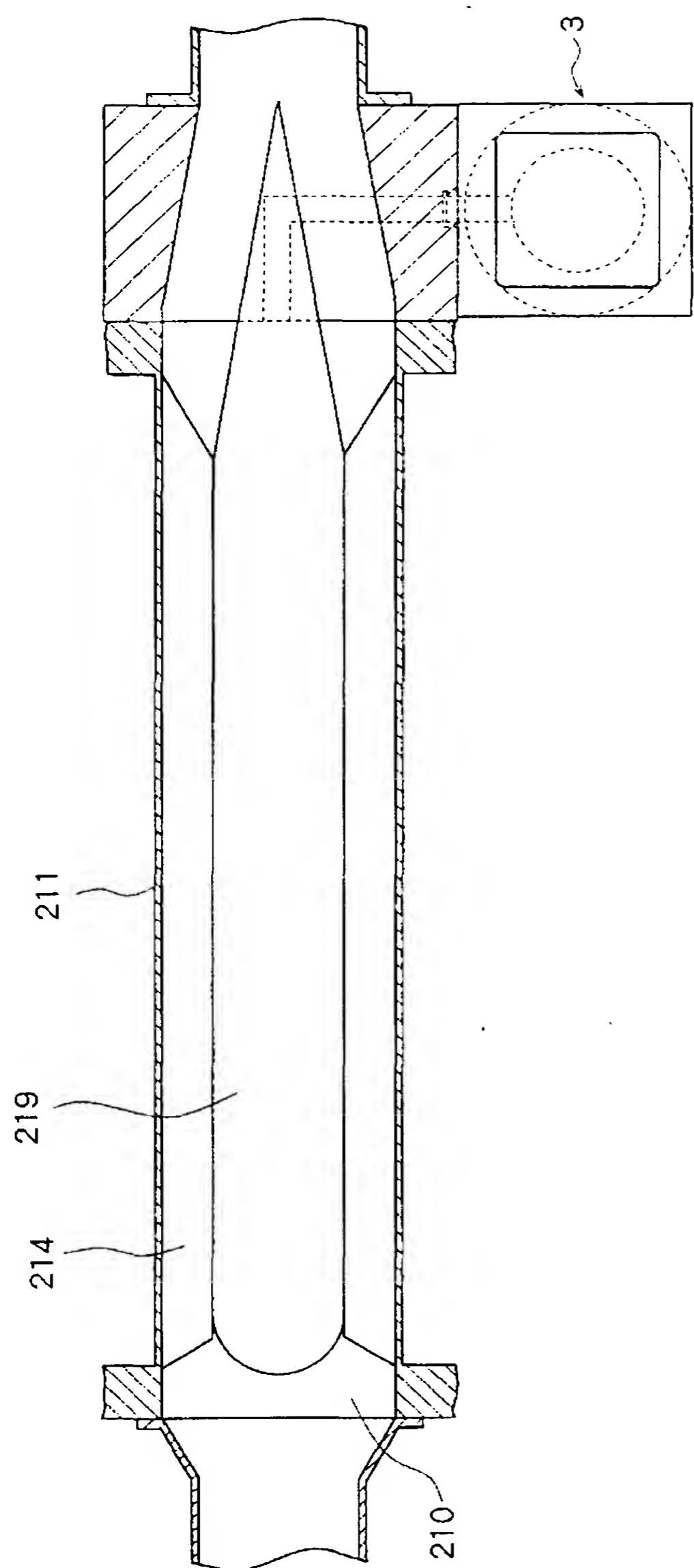
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 热源の热を有効に利用することができるスターリングエンジンを提供する。

【解決手段】 ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサのシリンダ室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流动する作動気体が流入する膨張室および収縮室とを有するディスプレーサ機構と、該ディスプレーサ機構の膨張室または収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構とを具備するスターリングエンジンであって、ディスプレーサ機構のディスプレーサシリンダは热源を囲撓した加熱壁と該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、ディスプレーサ機構のディスプレーサは複数個のシリンダ室内に热源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている。

【選択図】 図2

## 認定・付力口情報

特許出願の番号	特願2002-271532
受付番号	50201395545
書類名	特許願
担当官	小池 光憲 6999
作成日	平成14年10月 2日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成14年 9月18日
【特許出願人】	
【識別番号】	000000170
【住所又は居所】	東京都品川区南大井6丁目26番1号
【氏名又は名称】	いすゞ自動車株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100075177
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1丁目1番21号 日本酒造会館
【氏名又は名称】	小野 尚純
【代理人】	
【識別番号】	100113217
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1丁目1番21号 日本酒造会館3階 小野特許事務所
【氏名又は名称】	奥貫 佐知子

次頁無

特願2002-271532

出願人履歴情報

識別番号 [000000170]

1. 変更年月日 1990年 8月24日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都品川区南大井6丁目22番10号  
氏 名 いすゞ自動車株式会社

2. 変更年月日 1991年 5月21日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都品川区南大井6丁目26番1号  
氏 名 いすゞ自動車株式会社